

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-67740

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	F I
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/302 B
21/203		21/203 S
21/205		21/205
H 0 5 B 3/14		H 0 5 B 3/14 D

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平9-240472	(71) 出願人	000002060 信越化学工業株式会社 東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(22) 出願日	平成9年(1997) 8月21日	(72) 発明者	後藤 圭一 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内
		(72) 発明者	川合 信 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内
		(72) 発明者	田村 和義 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社精密機能材料研究所内
		(74) 代理人	弁理士 好宮 幹夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加熱体及びこれを用いた半導体製造装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 エッチングガスやプラズマに侵され難く、パーティクルやコンタミネーションを発生することがないと共に、寿命が長く、強度の高い加熱体とこの加熱体を配備した半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも反応室内に半導体シリコンウエーバを配置し、これを加熱しつつ処理を加える半導体製造装置に用いられる、半導体シリコンウエーバを加熱するための基材と導電層からなる加熱体において、該基材の材質をシリコンとした加熱体および該加熱体を用いた半導体製造装置。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも反応室内に半導体シリコンウエーハを配置し、これを加熱しつつ処理を加える半導体製造装置に用いられる、半導体シリコンウエーハを加熱するための基材と導電層からなる加熱体において、該基材の材質がシリコンであることを特徴とする加熱体。

【請求項2】 前記シリコンが単結晶シリコンであることを特徴とする請求項1に記載した加熱体。

【請求項3】 前記シリコンのB、N、C、O以外の不純物量が0.01ppb~1000ppmであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載した加熱体。

【請求項4】 少なくとも反応室内に半導体シリコンウエーハを配置し、これを加熱しつつ処理を加える半導体製造装置において、半導体シリコンウエーハを加熱するための加熱体として、シリコン製基材と導電層からなる加熱体を用いることを特徴とする半導体製造装置。

【請求項5】 加熱体のシリコン製基材面が、被加熱物であるシリコンウエーハの被処理面の裏面側に、配置されることを特徴とする請求項4に記載した半導体製造装置。

【請求項6】 被加熱物であるシリコンウエーハを囲うように複数の加熱体のシリコン製基材面を配置し、ヒータチャンバを形成することを特徴とする請求項4に記載した半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイスの製造工程におけるCVD装置やスパッタ装置、又は、生成薄膜をエッチングするエッチング装置等に使用される、被加熱物である半導体シリコンウエーハを加熱するための加熱体および該加熱体を装備した半導体製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体用のデバイスを作製する際には、シリコンウエーハ上にポリシリコン膜や酸化シリコン膜、導体膜、誘電体膜等をCVD装置やスパッタ装置で形成したり、逆にエッチング装置により、これらの薄膜をエッチングしたりする技術はよく知られている。そして、これらの装置において、上記の薄膜の形成やエッチングの品質を保持するには、被加熱物であるシリコンウエーハを所望の温度に一定に維持することが必要であり、この温度調節を行うにはシリコンウエーハを加熱する加熱体を備えたヒータユニットが必要とされる。

【0003】従来からこの加熱体を備えたヒータユニットについては、その材質、方式において各種の提案がなされている。例えば、エッチング装置の場合のウエーハ加熱体は、エッチングガス、クリーニングガスとして使われる塩素系ガス、フッ素系ガス等の腐食性ガスに接触する過酷な条件下で使用されることになる。この場合、パーティクルやコンタミネーションが発生し易く、高い

クリーン度が要求される半導体デバイス製造では、半導体デバイスの歩留り低下を引き起こすことになる。このため、特に、ウエーハが直接加熱体に接触する直接加熱方式のウエーハ加熱体については、抵抗加熱体の表面を耐食性に優れた材質で被覆したものが求められており、近年では、高融点金属からなる抵抗加熱体を、アルミナ、窒化けい素、窒化アルミニウムといったセラミックス絶縁体に埋設したウエーハ加熱体が広く用いられている。

【0004】しかしながら、このような構造のウエーハ加熱体を用いても、腐食性の処理ガスに曝された際、塩化物、酸化物、フッ化物等のパーティクル、コンタミネーションが発生し、また、上記セラミックス絶縁体を焼結する際の焼結助剤の種類によっては、有害な金属の発生があり、半導体デバイス製造の歩留り低下を引き起こしていた。

【0005】ウエーハを加熱する方法としては、上記したような直接加熱方式の他に、例えば、赤外線ランプによる間接加熱方式も開発されており、この方式であれば、ランプを処理チャンバ外に設置することが出来るため、上記パーティクルやコンタミネーションの問題は解決されるが、直接加熱方式と比較して熱効率が悪く、ウエーハの温度上昇に時間がかかるため、生産性が上らないといった問題点があった。

【0006】また、前記エッチング処理ではチャンバ内壁に堆積物が必ず生成してしまうが、この堆積物を少なくするためには精密な温度管理が重要である。従来、このチャンバの堆積物を除去するには、前述のフッ素系ガスや塩素系ガスを流しながらエッチングを行っていた。また、このチャンバの材質にアルミナ系のセラミックスが一般的に使われていたが、コンタミネーションの発生が重大な欠点であった。そして、温度管理のためにヒータをチャンバに組み込む必要がある場合、チャンバの材質がアルミナ等のセラミックスでは熱伝導率が悪くて均熱を採ることが難しく、窒化アルミニウムでは熱伝導率は良いが高価であるという欠点があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、エッチングガスやプラズマに侵され難く、パーティクルやコンタミネーションを発生することがないと共に、寿命が長く、強度の高い加熱体とこの加熱体を配備した半導体製造装置を提供することを主目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の請求項1に記載した発明は、少なくとも反応室内に半導体シリコンウエーハを配置し、これを加熱しつつ処理を加える半導体製造装置に用いられる、半導体シリコンウエーハを加熱するための基材と導電層からなる加熱体において、該基材の材質がシリコンであるこ

とを特徴とする加熱体である。

【0009】このように、半導体シリコンウエーハを加熱する加熱体の基材の材質を、被処理物であるシリコンウエーハと同じ材質とすることにより、エッチングガスやプラズマに曝されてもパーティクルを発生したり、コンタミネーションとなることは殆どなく、シリコンウエーハの薄膜処理工程における歩留りを向上させることができる。

【0010】そして、請求項2では、シリコンの種類を単結晶シリコンとし、請求項3では、前記シリコンのB、N、C、O以外の不純物量を0.01ppb~1000ppmとした。

【0011】ここで、基材を単結晶シリコンとすると、不純物含有量や機械的強度の点からも、品質管理上も多結晶シリコンより優れており、加熱体作製用基材として有利に使用される。また、単結晶シリコン製造時に導入されるB、N、C、O以外の不純物量を0.01ppb~1000ppmとすると、被処理体であるシリコンウエーハの重金属汚染を低減できるし、加熱体作製の基材として入手し易くなり、経済的に有利である。B、N、C、O以外の不純物である主として重金属の含有量が1000ppmを越えると、コンタミネーションの影響が大きくなるので1000ppm以下に抑えるのがよい。

【0012】次に、本発明の請求項4に記載した発明は、少なくとも反応室内に半導体シリコンウエーハを配置し、これを加熱しつつ処理を加える半導体製造装置において、半導体シリコンウエーハを加熱するための加熱体として、シリコン製基材と導電層からなる加熱体を用いることを特徴とする半導体製造装置である。

【0013】このように、半導体製造装置を構成すると、被処理物である半導体シリコンウエーハを加熱する加熱体の基材の材質がシリコンウエーハと同じ材質になるため、エッチングガスやプラズマに曝されてもパーティクルを発生したり、不純物を発生してコンタミネーションとなることは殆どなく、半導体シリコンデバイスの歩留りを向上させることができる。

【0014】そして、請求項5では、加熱体のシリコン製基材面が、被加熱物であるシリコンウエーハの被処理面の裏面側に配置されるようにした。このようにすると、直接加熱方式となって熱効率が高く、均熱加熱も可能となり、昇温時間も短縮出来る。

【0015】本発明の請求項6に記載した発明は、被加熱物であるシリコンウエーハを囲うように複数の加熱体のシリコン製基材面を配置してヒータチャンバを形成した。このように構成すれば、反応によって生成し、チャンバ内壁面に堆積する堆積物が、本発明のチャンバでは全内壁面が均熱化しているので殆ど堆積することがない。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を用いて詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここで、図1は本発明の加熱体の主な例で、(a)は円板状加熱体であり、(b)は長方形板状加熱体である。図2は本発明の加熱体をシリコンウエーハの裏側に配備した半導体装置の一例としてドライエッチング装置を示す説明図である。図3は本発明の加熱体の製造工程を説明するフローシートで、(a)~(d)と(a)・(e)~(g)の2系統がある。図4は本発明の複数の加熱体を接合して組み立てたヒータチャンバを装備したドライエッチング装置を示す説明図である。

【0017】本発明者等は、特に半導体デバイス製造用装置に使用される加熱体の腐食防止について種々検討した結果、これには加熱体を構成する基材の材質に、主な被処理物であるシリコンウエーハと同素材を使用すればよいことに想到し、本発明を完成させたものである。

【0018】先ず、本発明では、少なくとも反応室内に半導体シリコンウエーハを配置し、これを加熱しつつ処理を加える半導体製造装置に用いられる半導体シリコンウエーハを加熱するための基材と導電層からなる加熱体において、該基材の材質をシリコンとした。

【0019】このように、半導体シリコンウエーハを加熱する加熱体の基材の材質をシリコンウエーハと同じ材質とすることにより、エッチングガスやプラズマに曝されてもパーティクルを発生したり、コンタミネーションとなることは殆どなく、シリコンウエーハの歩留りを向上させることができる。従来の加熱体の材質の場合は、加熱体自体がウエーハに対して不純物となり、その拡散量が非常に多くなって被処理物たるシリコンウエーハを汚染したが、本発明では、同一材質としたので不純物の拡散もなく、従ってシリコンウエーハの汚染も殆どない優れた加熱体を形成することができる。

【0020】ここで、基材を単結晶シリコンとすると、不純物含有量や機械的強度の点からも、品質管理上も多結晶シリコンより優れており、加熱体作製用基材として有利に使用される。また、B、N、C、O以外の不純物量を0.01ppb~1000ppmとすると、シリコン製加熱体から発生する重金属等の不純物も少ないので、被処理シリコンウエーハを汚染することも少ないし、加熱体作製の基材として入手し易くなり、経済的にも有利である。

【0021】一方 B、N、C、O以外の不純物である主として重金属の含有量が1000ppmを越えると、コンタミネーションの影響が大きくなるので1000ppm以下に抑えるのがよい。なお、B、N、C、Oにあっては、例えば、単結晶シリコンの製造方法として広く用いられているFZ法やCZ法においても、取り込まれる元素であり、通常の単結晶シリコンには、微量ながらこれらが含まれることが多い。しかし、これらは、微量

である上に、被処理物であるシリコンウエーハにまで拡散し、悪影響を及ぼすことは殆どない。

【0022】このようにシリコンの製造は、CZ法あるいはFZ法で作製すればよく、この方法によれば単結晶シリコンが容易に作製される。この単結晶シリコンを加熱体の基材として使用すれば被処理物であるシリコンウエーハと全く同一の素材となり、加熱体からウエーハへの不純物の混入を防止することが出来る。また、腐食性の処理ガスに曝された場合でも、ウエーハと同一素材で

10 基材が作製されているため、コンタミネーションやパーティクルの発生に起因する半導体デバイス製造の歩留りの低下を防止することが出来る。

【0023】ここで、本発明の加熱体の製造工程を図3の工程図に基づいて説明すると、図3(a)は、加熱体を構成する基材2となる単結晶シリコン板であり、単結晶シリコンインゴットから所望の厚さの円板を切り出して得られる。(b)では、このシリコン製基材2を熱酸化してその全表面に所定の厚さのSiO₂酸化膜を絶縁層3として形成させる。次いで(c)では、ヒータパターンとして、銀を主成分とする銀ペーストを基材・絶縁層3の片面に塗布し、これを焼成して導電層(発熱層)4を形成する。最後に(d)工程では、導電層4と反対側のウエーハ載置面の絶縁層3を研磨除去してシリコン面を露出させて加熱体1を得る。

【0024】別の製造方法としては、(a)の次に(e)工程で、シリコン製基材2の片面に機械加工によりヒータパターン用の溝を切削加工した後、(f)でこのヒータパターン用溝加工されたシリコン製基材2を熱酸化してその全表面に所定の厚さのSiO₂酸化膜を絶縁層3として形成させる。最後に(g)工程では、ヒータパターンとして、銀ペーストを基材・絶縁層3の片面に

20 予め作製した溝に沿って塗布し、これを焼成して導電層4とした後、導電層4と反対側のウエーハ載置面の絶縁層3を研磨除去して加熱体1を得る。

【0025】この加熱体の具体的な形状を図1に基づいて説明すると、(a)は、円板状加熱体10の平面図で、シリコン製基材2を被覆した絶縁層3の上にヒータパターン5を銀ペーストで描き、焼成して導電層4とし、その両端に端子部12を設けたものとなっている。

【0026】図1(b)は、本発明の別の実施形態の一例である長方形板状加熱体11で、ジグザグ状のヒータパターン5を銀ペーストで形成して導電層4とし、その両端に端子部12を設けたものを示している。この場合もヒータ回路の作製方法等は上記円板状加熱体10の場合と同様である。

【0027】本発明の加熱体の抵抗発熱部(導電層4)には、銀(Ag)を主成分とするペーストを塗布、焼成し、ヒータパターンに加工して使用する。導電層4の材質は、前記銀ペーストによる薄膜の他、金、白金等の貴金属系薄膜、化学気相蒸着法(CVD法)による炭化け

い素や熱分解グラファイトの薄膜が耐熱性、高温耐食性の点から適している。

【0028】次に、上記加熱体を装備してヒータとして使用する半導体装置について説明する。本発明の加熱体は、被処理物である半導体シリコンウエーハを直接加熱するように配置したり、チャンバを介して間接的に加熱するように配置したり、チャンバ自身をこの加熱体で構成して輻射加熱が可能のように配置することができる。また、これら配置方法を適宜組合せて被処理物の加熱温度、温度分布、ヒートサイクル等を目的とする範囲に自在に設定することができる。

【0029】ここで、本発明の加熱体を使用される半導体装置の一例としてドライエッチング装置を図2に基づいて説明する。このドライエッチング装置20は、シリコンウエーハ23の被処理面の裏側に加熱体1を密着配置しており、一方、エッチングガスは、ガス供給系26から内部ガス容器25に入り、多孔整流板21の小径孔で整流され、ウエーハ23に向けて噴出し、加熱体1で加熱されたシリコンウエーハ23の表面をエッチング処理してガス排出系27から排気するようになっている。

【0030】図2に示したように、この加熱体1のシリコン製基材2の表面を、シリコンウエーハ23の裏面に直接接触して配置する場合は、熱伝導加熱の効率が良く、熱ロスが少なくなり、電力量が節減できる。特に、加熱体のウエーハ載置面の表面粗さRaを0.1μm程度に仕上げておくとウエーハとの接触面積が増大し、迅速な昇温が可能となる。また、シリコン製基材2はその熱伝導率においても125W/m・Kとアルミナに較べて7倍と良好であり、本発明のようなこの基材2を絶縁層3を介して導電層4(発熱層)で加熱する方式では、均熱体として働き、シリコンウエーハの温度分布を均一化する効果が大きい。

【0031】本発明の加熱体を用いる他の例として、図4は、本発明の長方形板状加熱体11(図1(b)参照)とセラミックス板29とを交互に配置して接合し、角筒状ヒータチャンバ28を構成してその中心にウエーハホルダ30にセットした複数の大口径シリコンウエーハ23を配置した例である。この例においては、加熱体はシリコンウエーハ23を囲うように配置されていると共に、ヒータチャンバを形成している。このように被処理物が大口徑化してくると、ウエーハ外周全体を包囲して加熱する方式が均一加熱の点で有利である。

【0032】また、従来のように、セラミックス等でチャンバを作製したヒータチャンバでは、セラミックスからのコンタミネーションの発生により、半導体デバイス製造の歩留り低下を引き起こしていたが、本発明では大部分がシリコンで作製されているので、コンタミネーションは殆どなく、また、熱伝導率においてもシリコンは125W/m・Kとアルミナに較べて大幅に良好であるので、チャンバを効率的に加熱出来る。また、シリコン

は、加工性もセラミックスより容易であるため、安価に性能の良いヒータチャンバが得られる。

【0033】このヒータチャンバ28を構成するには、図4(b)のように複数の長方形板状加熱体11をセラミックス板29を介して形成させれば良く、複数の加熱体11をつなぎ合わせるセラミックス板29の面積を加熱体の面積に対して充分小さくすれば、このセラミックス板29からのコンタミネーションは極微量となる。また、ヒータチャンバ28自体を加熱する方式なので、プロセスガスが分解してチャンバ内壁に付着するデポジット(堆積物)の量を低減することができると共に、堆積物を熱分解することも容易になるのでパーティクルの低減に有効である。ここで、セラミックス板29を使用するのは、加熱体との接合用の他、ヒータ回路の絶縁体、均熱体、輻射熱反射板等としての効果を挙げるためである。

【0034】セラミックス板29の材質としては、酸化けい素、窒化けい素、炭化けい素等のシリコン化合物系のセラミックスを使用すれば、被処理物であるシリコンウエーハに対して重金属汚染の心配がなくなるので有効に使用される。窒化アルミニウムや酸化アルミニウム等のセラミックスを用いてもよいが、被処理物を汚染しないように発熱体用シリコンよりも高抵抗のシリコン、酸化けい素、窒化けい素、炭化けい素等でセラミックス表面を被覆する処理を施すことが望ましい。

【0035】本発明の加熱体への給電は、加熱体回路の両端に端子部12を設け、その接続孔に給電配線とボルト・ナットで接続する構造にすれば良い。この際、接触抵抗を減らすために加熱体の端子部12に導電体のメッキ処理やスパッタ処理等を施しても良いし、導電性のワッシャ等を挿入することが好ましい。このボルト・ナットの締め付けには、トルクレンチを用いて所望のトルクで締め付けるように管理を行わないと、加熱体が熱膨張した際に端子部が破損する恐れがある。そこで、このボルト・ナットをシリコン製のものを使用すれば熱膨張係数が全く同一となり、熱応力の低減が可能となって破損の恐れは殆どなくなるという効果が得られる。

【0036】

【実施例】以下、本発明の実施例を挙げて具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

(実施例1) 抵抗率 $7.2\Omega\cdot\text{cm}$ の単結晶シリコンインゴットから外径 220mm 、厚さ 10mm のシリコン円板を作製した。被処理物であるシリコンウエーハ載置面とは反対の面にマシニング加工によりヒータパターン用の溝を施し、全面に酸化膜を形成して絶縁し、ヒータパターン用の溝に銀を主成分とするペーストを塗布し、これを焼成して導電層を形成した。次いで、ウエーハ載置面と側面の酸化膜層を研磨加工により削り取り、腐食性の処理ガスに曝される面はシリコンとした。このウエーハ載置面の表面粗さRaは、 $0.1\mu\text{m}$ とした。これ

によりウエーハとの接触面積が増大するため、迅速な昇温が可能となる。

【0037】次に、この加熱体を図2に示したドライエッチング装置にセットし、 2000 枚のシリコンウエーハを $200\pm3^\circ\text{C}$ でCF₄ガスでエッチング処理したところ、良品 1986 枚と歩留りは 99.3% に達した。

【0038】(比較例1) 従来のセラミックス製のウエーハ加熱装置を用いて、実施例1と同条件下で 2000 枚のシリコンウエーハをエッチング処理したところ、良品は 1844 枚で、歩留り 92.2% であった。

【0039】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0040】例えば、上記では本発明の実施例としてドライエッチング装置の加熱体に本発明の加熱体を使用した例を示したが、本発明はこのような例に限定されるものではなく、半導体シリコンウエーハ上に、ポリシリコン膜、酸化シリコン膜、導電膜、誘電体膜等を形成するCVD装置やスパッタ装置、又は、これらの生成薄膜をエッチングするエッチング装置等各種半導体デバイス製造用装置に使用することが出来ることは言うまでもない。

【0041】

【発明の効果】本発明によれば、シリコン製基材と導電層からなる加熱体は、エッチングガスやプラズマに曝されてもパーティクルやコンタミネーションを発生することとはなく、被処理物であるシリコンウエーハに与えるダメージは、他の素材からなる加熱体を使用した場合と比較して格段に小さくすることができる。また、加熱体の基材をシリコン製としたことにより半導体製造工程において長期間安定して使用することができ、プロセスの安定操業が可能になると共に反応処理時のウエーハの歩留り低下を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の加熱体の主な例を示す平面図である。

(a) 円板状加熱体、 (b) 長方形板状加熱体。

【図2】本発明の加熱体を装備したドライエッチング装置の説明図である。

【図3】本発明の加熱体の製造工程を示す説明図である。

(a) シリコン基材、(b) 酸化膜絶縁層形成、(c) Ag導電層形成、(d) 上面酸化膜を研磨除去して加熱体とする。または、(a) シリコン基材、(e) ヒータパターン切削加工、(f) 酸化膜絶縁層形成、(g) 上面酸化膜を除去し、ヒータパターンにAg導電層を形成して加熱体とする。

【図4】本発明の複数の加熱体で構成されたヒータチャンバを装備したドライエッチング装置の説明図である。

(a) ヒータチャンバを装備したドライエッチング装置の断面説明図、(b) ヒータチャンバの平面説明図。

【符号の説明】

1…加熱体、
2…シリコン製基材、
3…酸化膜絶縁層、
4…Ag導電層、
5…ヒータパターン、
10…円板状加熱体、
11…長方形板状加熱体、
12…端子部、

* 20…ドライエッチング装置、

21…多孔整流板、

23…シリコンウエーハ、

24…チャンバ、

25…内部ガス容器、

26…ガス供給系、

27…ガス排出系、

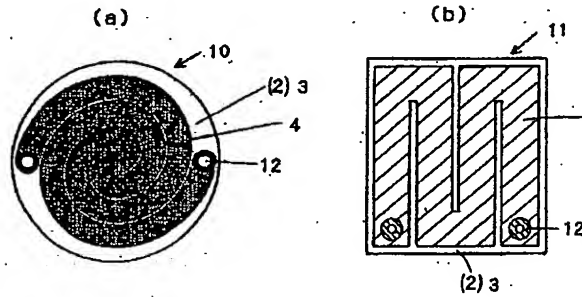
28…ヒータチャンバ、

29…セラミックス板、

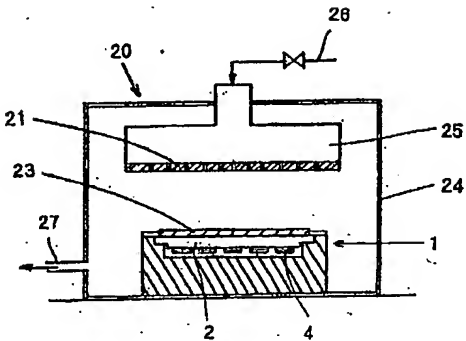
30…ウエーハホルダ。

*

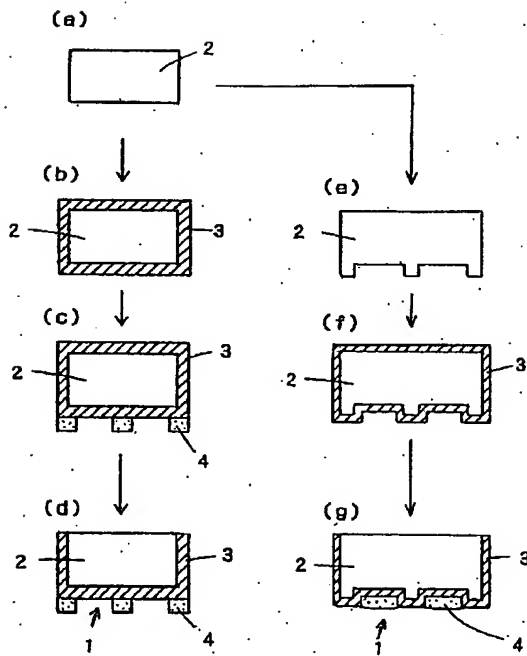
【図1】



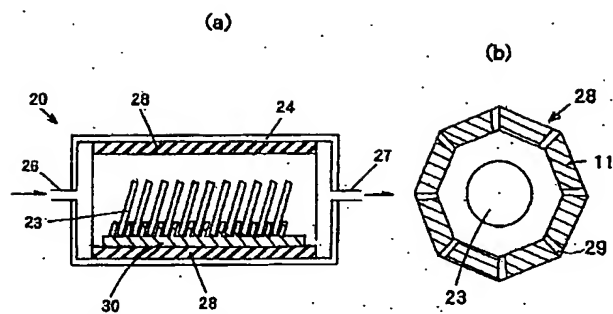
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 利美

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化
学工業株式会社精密機能材料研究所内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-067740

(43)Date of publication of application : 09.03.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H01L 21/203

H01L 21/205

H05B 3/14

(21)Application number : 09-240472

(71)Applicant : SHIN ETSU CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1997

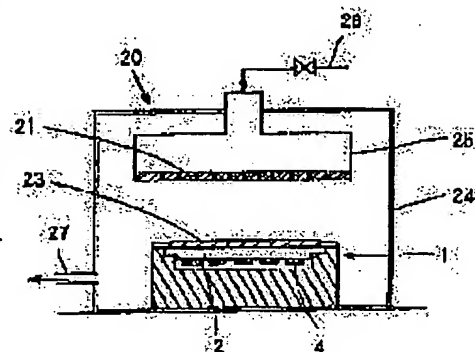
(72)Inventor : GOTO KEIICHI
KAWAI MAKOTO
TAMURA KAZUYOSHI
KOBAYASHI TOSHIMI

(54) HEATER AND SEMICONDUCTOR MANUFACTURING DEVICE USING HEATER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To avoid damage prevent a silicon wafer from damaging by etching gas and plasma without generating particles and contamination by using silicon for the material of a base to heat and a heater to be used to heat a semiconductor silicon wafer in a reaction chamber.

SOLUTION: In a dry etching device 20, a heater 1 is arranged in tight contact at the back side of the surface to be treated of a silicon wafer. In the meantime, etching gas enters into an inner gas container 25 through a gas supply system 26. The gas is rectified through the small-diameter holes of a porous rectifying plate 21 and blown out to the surface of the wafer 23. The surface of the silicon wafer 23 heated with the heater 1 is etched. The material of the base of the heater 1 is made the same material of the silicon wafer that is the material to be treated. Thus, the generation of particles even when the wafer is exposed to etching gas and plasma and the generation of contamination do not occur in most cases. The yield rate of the silicon wafer in the thin-film processing step can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 31.08.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3657090

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The heating object characterized by the quality of the material of this base material being silicon in the heating object which is used for the semiconductor fabrication machines and equipment which add processing, arranging a semi-conductor silicon wafer in a reaction chamber at least, and heating this, and which consists of the base material and conductive layer for heating a semi-conductor silicon wafer.

[Claim 2] The heating object indicated to claim 1 characterized by said silicon being single crystal silicon.

[Claim 3] The heating object indicated to claim 1 or claim 2 characterized by B, N and C of said silicon, and the amounts of impurities other than O being 0.01ppb-1000ppm.

[Claim 4] Semiconductor fabrication machines and equipment characterized by using the heating object which consists of a base material made from silicon, and a conductive layer as a heating object for heating a semi-conductor silicon wafer in the semiconductor fabrication machines and equipment which add processing, arranging a semi-conductor silicon wafer in a reaction chamber at least, and heating this.

[Claim 5] Semiconductor fabrication machines and equipment indicated to claim 4 characterized by arranging the base material side made from silicon of a heating object at the rear-face side of the processed side of the silicon wafer which is a heated object.

[Claim 6] Semiconductor fabrication machines and equipment indicated to claim 4 characterized by arranging the base material side made from silicon of two or more heating objects so that the silicon wafer which is a heated object may be enclosed, and forming a heater chamber.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the semiconductor fabrication machines and equipment equipped with the heating object and this heating object for

heating the semi-conductor silicon wafer which is used for the CVD system in the production process of a semiconductor device, a sputtering system, or the etching system that etches a generation thin film and which is a heated object.

[0002]

[Description of the Prior Art] the time of producing the device for semi-conductors conventionally -- a silicon wafer top -- the polish recon film, an oxidation silicone film, and a conductor -- the technique which forms the film, a dielectric film, etc. with a CVD system or a sputtering system, or etches these thin films by the etching system conversely is known well. And in these equipments, in order to hold the quality of formation of the above-mentioned thin film, or etching, to maintain uniformly is required for the temperature of a request of the silicon wafer which is a heated object, and the heater unit which equipped performing this temperature control with the heating object which heats a silicon wafer is needed.

[0003] About the heater unit equipped with this heating object from the former, various kinds of proposals are made in that quality of the material and a method. For example, the wafer heating object in the case of an etching system will be used under the severe condition in contact with the corrosive gas used as etching gas and cleaning gas, such as chlorine-based gas and fluorine system gas. In this case, it will be easy to generate particle and contamination and the yield fall of a semiconductor device will be caused in the semiconductor device manufacture as which a high air cleanliness class is required. For this reason, especially about the wafer heating object of the direct heating method with which a wafer contacts a direct heating object, what covered the front face of a resistance heating object with the quality of the material excellent in corrosion resistance is called for, and the wafer heating object which laid the resistance heating object which consists of a refractory metal under the ceramic insulators, such as an alumina, a nitriding silicon, and aluminium nitride, is widely used in recent years.

[0004] However, even if it used the wafer heating object of such structure, when it was put to corrosive raw gas, there is generating of a harmful metal depending on the class of sintering acid at the time of particle, such as a chloride, oxide, and a fluoride, and contamination occurring, and sintering the above-mentioned ceramic insulator, and the yield fall of semiconductor device manufacture was caused.

[0005] If it was this method, since the indirect heating method by the infrared lamp was developed as an approach of heating a wafer, besides a direct heating method which was described above, and a lamp was installed out of a processing chamber, the problem of the above-mentioned particle or contamination was solved, but as

compared with the direct heating method, thermal efficiency was bad, and since the temperature rise of a wafer took time amount, there was a trouble that productivity did not go up.

[0006] Moreover, although a deposit will surely generate to a chamber wall in said etching processing, in order to lessen this deposit, precise temperature management is important. In order to have removed the deposit of this chamber conventionally, above-mentioned fluorine system gas and chlorine-based gas were etched with the sink. Moreover, generating of contamination was a serious fault although the ceramics of an alumina system was generally used for the quality of the material of this chamber. And when a heater needed to be built into a chamber for temperature management, it was difficult for the quality of the material of a chamber to have bad thermal conductivity, and to take soak with ceramics, such as an alumina, and although thermal conductivity was good, by aluminium nitride, it had the fault of being expensive.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] While it was made in order that this invention might solve such a trouble, and etching gas and the plasma are hard to be invaded and generating neither particle nor contamination, a life is long and makes it the key objective to offer the semiconductor fabrication machines and equipment which arranged a strong high heating object and this strong heating object.

[0008]

[Means for Solving the Problem] It is a heating object characterized by the quality of the material of this base material being silicon in the heating object which is used for the semiconductor fabrication machines and equipment which add processing and which consists of the base material and conductive layer for heating a semi-conductor silicon wafer, invention indicated to claim 1 of this invention in order to solve the above-mentioned technical problem arranging a semi-conductor silicon wafer in a reaction chamber at least, and heating this.

[0009] Thus, by making the quality of the material of the base material of the heating object which heats a semi-conductor silicon wafer into the same quality of the material as the silicon wafer which is a processed material, even if put to etching gas or the plasma, generate particle, or it hardly becomes contamination, and the yield in the thin-film-processing process of a silicon wafer can be raised.

[0010] And the class of silicon was used as single crystal silicon in claim 2, and B, N and C of said silicon, and the amounts of impurities other than O were set to 0.01ppb-1000ppm in claim 3.

[0011] Here, if a base material is used as single crystal silicon, also from the point of an impurity content or a mechanical strength, the quality control top will also be superior to polycrystalline silicon, and will be advantageously used as a base material for heating object production. Moreover, if B, N and C which are introduced at the time of single-crystal-silicon manufacture, and the amounts of impurities other than O are set to 0.01ppb-1000ppm, the heavy metal contamination of the silicon wafer which is a processed object can be reduced, and it becomes easy to receive as a base material for heating object production, and is economically advantageous. If the content of heavy metal mainly exceeds 1000 ppm, since the effect of contamination will become large, it is good to hold [which are impurities other than B, N, C, and O] down to 1000 ppm or less.

[0012] Next, it is semiconductor fabrication machines and equipment characterized by using the heating object which consists of a base material made from silicon, and a conductive layer as a heating object for heating a semi-conductor silicon wafer in the semiconductor fabrication machines and equipment which add processing, invention indicated to claim 4 of this invention arranging a semi-conductor silicon wafer in a reaction chamber at least, and heating this.

[0013] Thus, if semiconductor fabrication machines and equipment are constituted, since the quality of the material of the base material of the heating object which heats the semi-conductor silicon wafer which is a processed material will turn into the same quality of the material as a silicon wafer, even if put to etching gas or the plasma, generate particle, or generate an impurity, it hardly becomes contamination, and the yield of a semi-conductor silicon device can be raised.

[0014] And in claim 5, the base material side made from silicon of a heating object was arranged at the rear-face side of the processed side of the silicon wafer which is a heated object. If it does in this way, it can become a direct heating method, and it is good, and soak heating also becomes possible and thermal efficiency can also shorten a heating up time.

[0015] Invention indicated to claim 6 of this invention has arranged the base material side made from silicon of two or more heating objects, and formed the heater chamber so that the silicon wafer which is a heated object might be enclosed. Thus, if constituted, a reaction generates, and since all internal surfaces have soak-ized, the deposit deposited on a chamber internal surface will hardly accumulate in the chamber of this invention.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, although the gestalt of operation of this

invention is explained to a detail using a drawing, this invention is not limited to these. Here, drawing 1 is the main examples of the heating object of this invention, (a) is a disc-like heating object and (b) is a rectangular plate-like heating object. Drawing 2 is the explanatory view showing a dry etching system as an example of the semiconductor device which arranged the heating object of this invention on the background of a silicon wafer. Drawing 3 is a flow sheet explaining the production process of the heating object of this invention, and has two lines, (a) - (d) and (a) - (e) - (g). Drawing 4 is the explanatory view showing the dry etching system which equipped the heater chamber which joined and assembled two or more heating objects of this invention.

[0017] As a result of examining many things about the corrosion prevention of the heating object used for the equipment for semiconductor device manufacture, especially this invention person etc. hits on an idea for what is necessary to be just to use at this the silicon wafer which are the main processed materials, and allotropy material for the quality of the material of the base material which constitutes a heating object, and completes this invention.

[0018] First, in this invention, the semi-conductor silicon wafer has been arranged in a reaction chamber at least, and in the heating object which consists of the base material and conductive layer for heating the semi-conductor silicon wafer used for the semiconductor fabrication machines and equipment which add processing, the quality of the material of this base material was used as silicon, heating this.

[0019] Thus, by making into the same quality of the material as a silicon wafer the quality of the material of the base material of the heating object which heats a semi-conductor silicon wafer, even if put to etching gas or the plasma, generate particle, or it hardly becomes contamination, and the yield of a silicon wafer can be raised. Although in the case of the quality of the material of the conventional heating object the heating object itself became an impurity to the wafer, and the diffusing capacity increased very much and it polluted the processed material slack silicon wafer, in this invention, the outstanding heating object which diffusion of an impurity does not have, either, since it considered as the same quality of the material, therefore contamination of a silicon wafer does not almost have, either can be formed.

[0020] Here, if a base material is used as single crystal silicon, also from the point of an impurity content or a mechanical strength, the quality control top will also be superior to polycrystalline silicon, and will be advantageously used as a base material for heating object production. Moreover, since there are also few impurities, such as

heavy metal generated from the heating object made from silicon, when B, N, C, and the amounts of impurities other than O are set to 0.01ppb-1000ppm, it is few, and it also becomes easy to come to hand as a base material for heating object production to pollute a processed silicon wafer, and it is economically advantageous.

[0021] On the other hand If the content of heavy metal mainly exceeds 1000 ppm, since the effect of contamination will become large, it is good to hold [which are impurities other than B, N, C, and O] down to 1000 ppm or less. In addition, if it is in B, N, C, and O, also in the FZ method and CZ process which are widely used as the manufacture approach of single crystal silicon, it is the element incorporated, and these are contained in the usual single crystal silicon with a minute amount in many cases, for example. However, these are minute amounts, are diffused upwards even to the silicon wafer which is a processed material, and do not almost have doing a bad influence.

[0022] Thus, according to this approach, single crystal silicon is produced easily that what is necessary is just to produce manufacture of silicon by the CZ process or the FZ method. If this single crystal silicon is used as a base material of a heating object, it becomes the completely same material as the silicon wafer which is a processed material, and mixing of the impurity from a heating object to a wafer can be prevented. Moreover, since the base material is produced for the same material as a wafer even when put to corrosive raw gas, the fall of the yield of the semiconductor device manufacture resulting from generating of contamination or particle can be prevented.

[0023] Here, if the production process of the heating object of this invention is explained based on process drawing of drawing 3 , drawing 3 (a) is a single-crystal-silicon plate used as the base material 2 which constitutes a heating object, will cut down the disk of desired thickness and will be obtained from a single-crystal-silicon ingot. In (b), this base material 2 made from silicon is oxidized thermally, and it is SiO₂ of thickness predetermined to all those front faces. An oxide film is made to form as an insulating layer 3. Subsequently, in (c), the silver paste which uses silver as a principal component is applied to one side of a base material and an insulating layer 3 as a heater pattern, this is calcinated, and a conductive layer (exoergic layer) 4 is formed. At the (d) process, carry out polish removal of a conductive layer 4 and the insulating layer 3 of the wafer installation side of the opposite side, the last is made to expose a silicon side, and the heating object 1 is acquired at it.

[0024] After being the (e) process and carrying out cutting of the slot for heater

patterns to the degree of (a) by machining as the another manufacture approach at one side of the base material 2 made from silicon, this base material 2 made from silicon by which recessing was carried out for heater patterns is oxidized thermally by (f), and it is SiO₂ of thickness predetermined to all those front faces. An oxide film is made to form as an insulating layer 3. Finally, at the (g) process, after applying a silver paste to one side of a base material and an insulating layer along the slot produced beforehand as a heater pattern, calcinating this and considering as a conductive layer 4, polish removal of a conductive layer 4 and the insulating layer 3 of the wafer installation side of the opposite side is carried out, and the heating object 1 is acquired.

[0025] If the concrete configuration of this heating object is explained based on drawing 1 , (a) is the top view of the disc-like heating object 10, it draws and calcinates the heater pattern 5 with a silver paste on the insulating layer 3 which covered the base material 2 made from silicon, considers as a conductive layer 4, and has become what formed the terminal area 12 in those both ends.

[0026] Drawing 1 (b) is the rectangular plate-like heating object 11 which is an example of another operation gestalt of this invention, forms the zigzag-like heater pattern 5 with a silver paste, and considers as a conductive layer 4, and what formed the terminal area 12 in the both ends is shown. Also in this case, the production approach of a heating circuit etc. is the same as that of the case of the above-mentioned disc-like heating object 10.

[0027] The paste which uses silver (Ag) as a principal component is applied and calcinated, and the resistance exoergic section (conductive layer 4) of the heating object of this invention is used for it to a heater pattern, processing it. The quality of the material of a conductive layer 4 is suitable from the point of heat-resistant and elevated-temperature corrosion resistance. [thin film / by said silver paste / noble-metals system thin films, such as gold besides a thin film, and platinum, and the thin film of the silicon carbide by chemistry gaseous-phase vacuum deposition (CVD method), or pyrolysis graphite]

[0028] Next, the semiconductor device which equips the above-mentioned heating object and is used as a heater is explained. It can arrange, or the heating object of this invention can constitute the chamber itself from this heating object, and it can arrange [**** / arrange] it so that radiation heating may be possible, so that it may heat indirectly through a chamber, so that the semi-conductor silicon wafer which is a processed material may be heated directly. Moreover, it can be set as the range aiming at temperature distribution, a thermo cycle, etc. free whenever

[stoving temperature / of a processed material], combining these configuration methods suitably.

[0029] Here, a dry etching system is explained based on drawing 2 as an example of the semiconductor device with which the heating object of this invention is used. This dry etching system 20 is carrying out adhesion arrangement of the heating object 1 on the background of the processed side of the silicon wafer 23, and on the other hand, it goes into the internal gas container 25 from a gas supply system 26, and is rectified by the minor diameter hole of the porous straightening vane 21, and etching gas blows off towards a wafer 23, carries out etching processing of the front face of the silicon wafer 23 heated with the heating object 1, and it exhausts it from the gas excretory system 27.

[0030] As shown in drawing 2, when contacting the rear face of the silicon wafer 23 directly and arranging the front face of the base material 2 made from silicon of this heating object 1 at it, the effectiveness of heat-conduction heating is good, a heat loss decreases, and electric energy can be reduced. If about 0.1 micrometers is especially made to surface roughness Ra of the wafer installation side of a heating object, a touch area with a wafer will increase and a quick temperature up will become possible. Moreover, the base material 2 made from silicon is as good as 7 times compared with 125 W/m-K and an alumina also in that thermal conductivity, and its effectiveness which works as a soak object and equalizes the temperature distribution of a silicon wafer by the method which heats this base material 2 like this invention by the conductive layer 4 (exoergic layer) through an insulating layer 3 is large.

[0031] As other examples using the heating object of this invention, drawing 4 R> 4 is an example which has arranged two or more diameter silicon wafers 23 of macrostomia which have arranged the rectangular plate-like heating object 11 (refer to drawing 1 (b)) and the ceramic plate 29 of this invention by turns, joined, constituted the rectangular pipe-like heater chamber 28, and were set to the wafer holder 30 at the core. In this example, the heating object forms the heater chamber while being arranged so that the silicon wafer 23 may be enclosed. Thus, if a processed material diameter[of macrostomia]-izes, the method which surrounds and heats the whole wafer periphery is advantageous in respect of homogeneity heating.

[0032] Moreover, like before, by the heater chamber which produced the chamber with the ceramics etc., although generating of the contamination from the ceramics had caused the yield fall of semiconductor device manufacture, since most is

produced with silicon in this invention, there is almost no contamination, and since silicon is sharply good compared with 125 W/m-K and an alumina also in thermal conductivity, a chamber can be heated efficiently. Moreover, since silicon is easier also workability than the ceramics, a cheaply powerful heater chamber is obtained.

[0033] If area of the ceramic plate 29 which connects two or more heating objects 11 is made sufficiently small to the area of a heating object that what is necessary is just to make two or more rectangular plate-like heating objects 11 form through the ceramic plate 29 like drawing 4 (b) in order to constitute this heater chamber 28, the contamination from this ceramic plate 29 will serve as ultralow volume. Moreover, since it is the method which heats heater chamber 28 the very thing, while being able to reduce the amount of the deposit (deposit) which process gas decomposes and adheres to a chamber wall, since it also becomes easy to pyrolyze a deposit, it is effective in reduction of particle. Here, the ceramic plate 29 is used for mentioning the effectiveness as the insulator of a heating circuit besides for junction with a heating object, a soak object, a radiant heat reflecting plate, etc.

[0034] As the quality of the material of the ceramic plate 29, if the ceramics of silicon compound systems, such as an oxidation silicon, a nitriding silicon, and silicon carbide, is used, since worries about heavy metal contamination disappear to the silicon wafer which is a processed material, it will be used effectively. the processing which covers a ceramic front face with the silicon of high resistance, an oxidation silicon, a nitriding silicon, silicon carbide, etc. rather than the silicon for heating elements so that a processed material may not be polluted although ceramics, such as aluminium nitride and an aluminum oxide, may be used -- ***** -- things are desirable.

[0035] What is necessary is for the electric supply to the heating object of this invention to form a terminal area 12 in the both ends of a heating object circuit, and just to make it into the structure connected with electric supply wiring with a bolt nut with the connection hole. Under the present circumstances, it is desirable to perform plating processing, spatter processing, etc. of a conductor to the terminal area 12 of a heating object, in order to reduce contact resistance, and to insert a conductive washer etc. If it does not manage so that it may bind tight with desired torque using a torque wrench, when a heating object carries out thermal expansion, there is a possibility that a terminal area may be damaged in bolting of this bolt nut. Then, about this bolt nut, if the thing made from silicon is used, a coefficient of thermal expansion will become completely the same, reduction of thermal stress is attained, and the effectiveness that most fear of breakage disappears is acquired.

[0036]

[Example] Although the example of this invention is given and being explained concretely hereafter, this invention is not limited to these.

(Example 1) The silicon disk with an outer diameter [of 220mm] and a thickness of 10mm was produced from the single-crystal-silicon ingot of resistivity 7.2 ohm-cm. The slot for heater patterns was given to the field opposite to the silicon wafer installation side which is a processed material by machining processing, and the oxide film was formed in the whole surface, it insulated, the paste which uses silver as a principal component was applied to the slot for heater patterns, this was calcinated, and the conductive layer was formed. Subsequently, the oxide-film layer of a wafer installation side and a side face was shaved off by polish processing, and the field put to corrosive raw gas was used as silicon. Surface roughness Ra of this wafer installation side could be 0.1 micrometers. Since a touch area with a wafer increases by this, a quick temperature up becomes possible.

[0037] Next, it sets in the dry etching system which showed this heating object to drawing 2 , and is CF4 at 200**3 degrees C about 2000 silicon wafers. When etching processing was carried out by gas, 1986 excellent articles and the yield reached to 99.3%.

[0038] (Example 1 of a comparison) When etching processing of the 2000 silicon wafers was carried out under an example 1 and these conditions using the wafer heating apparatus made from the conventional ceramics, the number of excellent articles was 1844 and they were 92.2% of yields.

[0039] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt. The above-mentioned operation gestalt is instantiation, and no matter it may be what thing which has the same configuration substantially with the technical thought indicated by the claim of this invention, and does the same operation effectiveness so, it is included by the technical range of this invention.

[0040] For example, although the example which used the heating object of this invention was shown in the heating object of a dry etching system as an example of this invention above, it cannot be overemphasized that it can be used for various equipments for semiconductor device manufacture, such as a CVD system which this invention is not limited to such an example and forms the polish recon film, an oxidation silicone film, the electric conduction film, a dielectric film, etc. on a semi-conductor silicon wafer, a sputtering system, or an etching system which etches these generation thin films.

[0041]

[Effect of the Invention] the damage which it generates neither particle nor contamination even if the heating object which consists of a base material made from silicon and a conductive layer according to this invention is put to etching gas or the plasma, and is given to the silicon wafer which is a processed material can be markedly boiled as compared with the case where the heating object which consists of other materials is used, and can be made small. Moreover, while being able to use it in a semi-conductor production process, being stabilized for a long period of time and attaining stable operation of a process by having made the base material of a heating object into the product made from silicon, the yield fall of the wafer at the time of reaction processing can be prevented.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view showing the main examples of the heating object of this invention.

(a) Disc-like heating object (b) rectangular plate-like heating object.

[Drawing 2] It is the explanatory view of the dry etching system equipped with the heating object of this invention.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the production process of the heating object of this invention.

(a) Carry out polish removal of a silicon base material, (b) oxide-film insulation stratification, (c) Ag conductive layer formation, and the (d) top-face oxide film, and consider as a heating object. Or (a) silicon base material, (e) heater pattern cutting, (f) oxide-film insulation stratification, and (g) top-face oxide film are removed, and Ag conductive layer is formed in a heater pattern, and it considers as a heating object.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the dry etching system which equipped the heater chamber which consisted of two or more heating objects of this invention.

(a) The cross-section explanatory view of the dry etching system which equipped the heater chamber, the flat-surface explanatory view of (b) heater chamber.

[Description of Notations]

- 1 -- Heating object,
- 2 -- Base material made from silicon,
- 3 -- Oxide-film insulating layer,
- 4 -- Ag conductive layer,

- 5 -- Heater pattern,
- 10 -- Disc-like heating object,
- 11 -- Rectangular plate-like heating object,
- 12 -- Terminal area,
- 20 -- Dry etching system
- 21 -- Porous straightening vane,
- 23 -- Silicon wafer,
- 24 -- Chamber,
- 25 -- Internal gas container,
- 26 -- Gas supply system
- 27 -- Gas excretory system,
- 28 -- Heater chamber,
- 29 -- Ceramic plate,
- 30 -- Wafer holder.